

ANALISIS POTENSI SELULOSA MIKROKRISTAL SERAT DAUN NANAS PADA APLIKASI SCAFFOLD KOMPOSIT SELULOSA MIKROKRISTAL/HIDROKSIAPATIT/KOLAGEN

DANIA KHOIRUN NISA



**DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Analisis Potensi Selulosa Mikrokristal Serat Daun Nanas pada Aplikasi *Scaffold* Komposit Selulosa Mikrokristal/Hidroksiapatit/Kolagen” adalah benar karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis ini kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Juni 2024

Dania Khoirun Nisa
G7401201002

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

ABSTRAK

DANIA KHOIRUN NISA. Potensi Selulosa Mikrokrystal Serat Daun Nanas pada Aplikasi *Scaffold* Komposit Selulosa Mikrokrystal/Hidroksiapatit/Kolagen. Dibimbing oleh YESSIE WIDYA SARI dan ARIADNE LAKSHMIDEVI.

Proses penyembuhan luka melibatkan penggantian jaringan rusak melalui serangkaian peristiwa seluler. Mikroteknologi memiliki potensi memberikan sifat fisikokimia dan respons biologis spesifik yang diperlukan dalam memfasilitasi dan mendukung proses penyembuhan luka. Biopolimer alami banyak dikembangkan dalam desain pembalut luka. Polimer kolagen dan hidroksiapatit menunjukkan efek antibakteri, anti-inflamasi dan sifat hidrofilik yang dapat mendukung penyembuhan luka serta mencegah infeksi. Sementara itu, selulosa banyak dikembangkan mengenai pemanfaatan sifat mekaniknya. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh variasi komposisi selulosa mikrokrystal (MCC) terhadap sifat fisik dan mekanik *scaffold* komposit HA/kolagen. Sampel yang diperoleh dikarakterisasi dengan XRD, SEM, EDS dan UTM. Sampel selulosa menunjukkan puncak difraksi pada $21,7^{\circ}$ yang meningkat secara signifikan pada spektrum MCC. Nilai intensitas yang semakin tinggi setelah melalui proses hidrolisis, menunjukkan bahwa proses hidrolisis mampu meningkatkan intensitas MCC dengan indeks kristalinitas mencapai 70,2%. Penambahan MCC dalam *scaffold* komposit HA/kolagen berdampak pada peningkatan nilai regangan sebesar 63,77% dan relatif menurunkan ukuran diameter *fiber* serta porositas membran.

Kata kunci: hidroksiapatit, kolagen, selulosa mikrokrystal, pembalut luka



ABSTRACT

DANIA KHOIRUN NISA. Potential of Pineapple Leaf Fiber Mikrocrystalline Cellulose in Composite Scaffold Applications. Supervised by YESSIE WIDYA SARI and ARIADNE LAKSHMIDEVI.

The wound healing process involves replacing damaged tissue through a series of cellular events. Microtechnology has the potential to provide the specific physicochemical properties and biological responses necessary to facilitate and support the wound healing process. Many natural biopolymers have been developed in the design of wound dressings. Collagen and hydroxyapatite polymers exhibit antibacterial effects, anti-inflammatory and hydrophilic properties that can support wound treatment and prevent infection. Meanwhile, cellulose has been developed a lot regarding the utilization of its mechanical properties. This research aims to analyze the effect of variations in microcrystalline cellulose (MCC) composition on the physical and mechanical properties of HA/collagen composite scaffolds. The samples obtained were characterized by XRD, SEM, EDS and UTM. The cellulose sample showed a diffraction peak at $21,7^{\circ}$ which increased significantly in the MCC spectrum. The intensity value was higher after going through the hydrolysis process, indicating that the hydrolysis process was able to increase the MCC intensity with a crystallinity index reaching 70,2%. The addition of MCC in the HA/collagen composite scaffold had an impact on increasing the strain value by 63.77% and relatively reducing the fiber diameter and membrane porosity.

Keywords: hydroxyapatite, collagen, cellulose mikrocrystal, wound dressing



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2024
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

**ANALISIS POTENSI SELULOSA MIKROKRISTAL SERAT DAUN
NANAS PADA APLIKASI SCAFFOLD KOMPOSIT
SELULOSA MIKROKRISTAL/HIDROKSIAPATIT/KOLAGEN**

DANIA KHOIRUN NISA

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana pada
Program Studi Fisika

**DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tim Penguji pada Ujian Skripsi :

- 1 Dr. Erus Rustami, S.Si., M.Si.
- 2 Dr. Faozan, S.Si., M.Si.

Judul Skripsi : Analisis Potensi Selulosa Mikrokrystal Serat Daun Nanas pada Aplikasi *Scaffold* Komposit Selulosa Mikrokrystal/Hidroksiapatit/Kolagen
Nama : Dania Khoirun Nisa
NIM : G7401201002

Disetujui Oleh

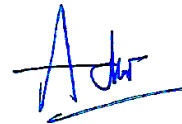
Pembimbing 1

Dr. Yessie Widya Sari, S.Si., M.Si.
NIP 198004142012122004



Pembimbing 2

Dra. Ariadne Lakshmidevi, M.Eng., Ph.D
NIP 196302051989032001



Diketahui Oleh

Ketua Departemen Fisika

Prof. Dr. R. Tony Ibnu Sumaryada W.P, S.Si., M.Si.
NIP 197205191997021001



Tanggal Ujian: 25 Juni 2024

Tanggal Lulus: 25 Juni 2024



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

PRAKATA

Puji serta syukur senantiasa penulis haturkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Analisis Potensi Selulosa Mikrokristal Serat Daun Nanas pada Aplikasi *Scaffold* Komposit Selulosa Mikrokristal/Hidroksiapatit/Kolagen” yang telah dilaksanakan sejak bulan September 2023 sampai bulan Maret 2024.

Pelaksanaan skripsi ini tidak luput dari dorongan dan bimbingan dari berbagai pihak. Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada kedua orang tua, Bapak Nur Rusidi, S.Pt. dan Ibu Ninik Nihrirotul Hana, adik Radiva Rahadatul Aisy, serta seluruh keluarga atas segala doa dan kasih sayang. Ibu Dr. Yessie Widya Sari, S.Si, M.Si selaku pembimbing pertama dan Ibu Dra. Ariadne Lakshmidevi, M.Eng., Ph.D selaku pembimbing kedua yang selalu membimbing, mendampingi, memberi saran dan arahan kepada penulis selama penelitian ini. Bapak Dr. Erus Rustami, S.Si, M.Si selaku penguji pertama dan Bapak Dr. Faozan, S.Si, M.Si selaku penguji kedua yang telah memberikan saran dan masukan kepada penulis dalam penelitian ini. Bapak Dr. Ismail Budiman, S.Hut, M.Si. yang telah banyak membantu selama proses pengujian penelitian ini, serta Bapak Ibu Dosen dan seluruh civitas Fisika IPB semoga dedikasinya menjadi amal jariyah. Penulis juga mengucapkan banyak terima kasih kepada kakak dan rekan laboratorium, kak Angga, kak Rohul, kak Rahman, kak Mia, kak Fery dan teman-teman fisika angkatan 57, serta sahabat penulis, Azzahra, Eva, Danaytha, Deswita, Hana yang telah memberikan dukungannya kepada penulis. Penulis sadar bahwa dalam penyusunan penelitian ini masih terdapat banyak kekeliruan dan kesalahan. Oleh karena itu penulis mengharapkan adanya kritik dan saran yang membangun. Semoga penelitian dapat berjalan dengan lancar dan bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan serta bagi kemajuan ilmu pengetahuan, Aamiin.

Bogor, Juni 2024

Dania Khoirun Nisa



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Hidroksiapatit	4
2.2 Selulosa Serat Daun Nanas	6
2.3 Kolagen	9
2.4 <i>Scaffold</i>	10
2.5 Metode <i>Electrospinning</i> pada <i>Scaffold</i> Komposit	11
III METODE PENELITIAN	13
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	13
3.2 Alat Penelitian	13
3.3 Bahan Penelitian	13
3.4 Prosedur Kerja	13
3.5 Karakterisasi Sampel	17
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	19
4.1 Uji Proksimat Serat daun Nanas	19
4.2 Ekstraksi Selulosa	19
4.3 Hidrolisis Selulosa Mikrokristal (MCC)	20
4.4 Fabrikasi <i>Scaffold</i> Komposit MCC/HA/Kolagen	21
4.5 Uji Struktur Morfologi	22
4.6 Karakterisasi XRD Selulosa dan Selulosa Mikrokristal (MCC)	23
4.7 Karakterisasi SEM Selulosa, MCC, dan <i>Scaffold</i> Komposit	25
4.8 Analisis EDS <i>Scaffold</i> Komposit HA/kolagen	29
4.9 Uji Tarik <i>Universal Testing Machine</i> (UTM)	29
V SIMPULAN DAN SARAN	33
5.1 Simpulan	33
5.2 Saran	33
DAFTAR PUSTAKA	34
LAMPIRAN	39
RIWAYAT HIDUP	51



Metode isolasi selulosa serat daun nanas	6
Variasi komposisi MCC/HA/kolagen	15
Komposisi kimia serat daun nanas	18

DAFTAR GAMBAR

Struktur kristal hidroksiapatit	4
Pola XRD hasil kalsinasi CTB pada suhu 900°C dan 1000°C	5
Spektra FTIR HAp sampel D1 (400 W, 35 menit), D2 (400 W, 40 menit) dan D3 (400 W, 45 menit)	5
Struktur selulosa	6
Grafik uji pengaruh penambahan selulosa	7
Hasil SEM selulosa serat nanas perbesaran 500X	7
Pola XRD selulosa I (a), pola XRD selulosa II (b), pola XRD selulosa III (c), dan pola XRD residu yang dihasilkan dalam sentrifugasi proses ...	8
Spektra FTIR α - selulosa dan nanokristal selulosa	9
Struktur kolagen	9
Proses pembuatan serat dengan metode <i>electrospinning</i>	11
Diagram alir proses penelitian	14
Ukuran sampel untuk pengujian sifat mekanik	18
Serat daun nanas ukuran 60 mesh (a), selulosa delignifikasi (b), dan selulosa <i>bleaching</i> (c)	20
Selulosa hidrolisis (a), proses sentrifugasi (b), dan hasil ultrasonikasi (c)	20
Hasil fabrikasi <i>scaffold</i> komposit (HA/kolagen) (A1, A2, A3); <i>scaffold</i> komposit (MCC/HA/kolagen) konsentrasi MCC 0,5% w/v (B1, B2, ...)	22
Tampilan permukaan selulosa (a), selulosa mikrokristal (MCC) (b), dan <i>scaffold</i> komposit (HA/kolagen) tanpa mesh (c) dan dengan mesh (d) ...	23
Pola XRD selulosa dan selulosa mikrokristal (MCC)	24
Citra SEM selulosa serat daun nanas perbesaran 5000x (a); Distribusi sebaran diameter selulosa (b)	25

19	Citra SEM selulosa mikrokristal (MCC) serat daun nanas perbesaran 5000x (a); Distribusi sebaran diameter MCC (b)	26
20	Citra SEM selulosa mikrokristal (MCC)	26
21	Citra SEM sampel A perbesaran 10000x (a); Distribusi sebaran diameter <i>fiber scaffold</i> komposit (HA/kolagen) (b)	27
22	Citra SEM sampel B konsentrasi MCC 0,5% (a); Distribusi sebaran diameter <i>fiber</i> (b)	27
23	Citra SEM sampel C konsentrasi MCC 1% (a); Distribusi sebaran diameter <i>fiber</i> (b)	27
24	Citra SEM sampel D konsentrasi MCC 1,5% (a); Distribusi sebaran diameter <i>fiber</i> (b)	28
25	Citra SEM sampel E konsentrasi MCC 2% (a); Distribusi sebaran diameter <i>fiber</i> (b)	28
26	Grafik <i>tensile strength</i> dan <i>max strain scaffold</i> komposit dengan variasi MCC	30
27	Kurva tegangan-regangan sampel A (HA/kolagen), sampel B (konsentrasi MCC 0,5%), sampel C (konsentrasi MCC 1%), sampel D ...	31
28	Nilai <i>thoughness scaffold</i> komposit sampel A (HA/kolagen), sampel B (konsentrasi MCC 0,5%), sampel C (konsentrasi MCC 1%), sampel D ...	32
29	Kurva tegangan-regangan sampel polimer-hidroksiapatit (pHA) dan hidroksiapatit (HA)	32

DAFTAR LAMPIRAN

1	<i>Database</i> JCPDS pola XRD selulosa	39
2	Pengolahan ukuran partikel dan diameter citra SEM menggunakan aplikasi Fiji ImageJ	40
3	Pengolahan porositas citra SEM menggunakan aplikasi Fiji ImageJ	45
4	Data hasil karakterisasi EDS <i>scaffold</i> komposit HA/kolagen	48
5	Karakteristik <i>scaffold</i> komposit uji UTM	49



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.